



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 44 910 A1 2004.05.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 44 910.8

(22) Anmeldetag: 26.09.2003

(43) Offenlegungstag: 13.05.2004

(51) Int Cl.: **F01N 3/32**
F02B 77/08

(30) Unionspriorität:

10/277475

22.10.2002

US

(71) Anmelder:

General Motors Corp. (n.d.Ges.d. Staates
Delaware), Detroit, Mich., US

(72) Erfinder:

Roelle, Matthew J., Menlo Park, Calif., US; Hall,
Martin L., Holly, Mich., US; Hooker, Daniel H.,
Livonia, Mich., US; Johnston, Gary E., Highland,
Mich., US; Person, Kevin E., Highland, Mich., US;
Polidan, Jeffrey M., Fenton, Mich., US

(74) Vertreter:

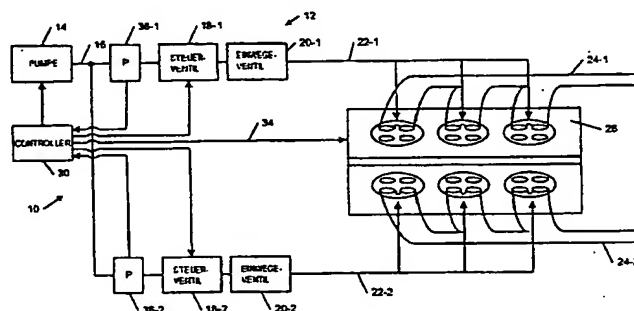
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336
München

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Diagnosesystem für Sekundärlufteinblasung unter Verwendung einer Druckrückkopplung

(57) Zusammenfassung: Ein Diagnosesystem gemäß der vorliegenden Erfindung diagnostiziert eine Systemstörung eines Systems zur Sekundärlufteinblasung. Das System zur Sekundärlufteinblasung umfasst eine Pumpe, die über eine Rohrleitung Luft an ein Abgassystem liefert, und ein Ventil, das den Luftstrom durch die Rohrleitung steuert. Ein Drucksensor misst den Druck in der Rohrleitung. Ein Controller sagt den Druck in der Rohrleitung während erster, zweiter und dritter Betriebsphasen des Systems zur Sekundärlufteinblasung vorher. Der Controller vergleicht den gemessenen Druck mit dem vorhergesagten Druck, um einen Betrieb des Systems zur Sekundärlufteinblasung auszuwerten. Während der ersten Phase wird das System zur Sekundärlufteinblasung genutzt, um Fahrzeugemissionen zu reduzieren. Während der zweiten Phase wird das Ventil gesperrt, während die Pumpe eingeschaltet ist. Während der dritten Phase wird die Pumpe abgeschaltet, während das Ventil geschlossen ist.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Systeme zur Sekundärlufteinblasung von Fahrzeugen und insbesondere auf Diagnosesysteme zur Sekundärlufteinblasung, die eine Druckrückkopplung nutzen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Ein Motorsteuermodul eines Verbrennungsmotors (IC) steuert das Gemisch aus Luft und Kraftstoff, das Verbrennungskammern des IC-Motors zugeführt wird. Nachdem die Zündkerze das Luft/ Kraftstoffgemisch zündet, verlassen Verbrennungsgase die Verbrennungskammern über Auslassventile. Die Verbrennungsgase werden durch einen Abgaskrümmmer zu einem katalytischen Wandler geleitet.

[0003] Während bestimmter Motorbetriebsperioden werden Verbrennungsgase, die in den Abgaskrümmmer eintreten, nicht vollständig verbrannt. Die Verbrennungsgase werden im Abgaskrümmmer nur weiter verbrennen, falls eine ausreichende Sauerstoffmenge zur Verfügung steht. Systeme zur Sekundärlufteinblasung werden typischerweise genutzt, um zusätzliche Luft in den Abgasstrom einzublasen, um eine Fortsetzung der Verbrennung zu erlauben, die Fahrzeugemissionen reduziert. Insbesondere verringert eine verlängerte Verbrennung die Pegel von Kohlenwasserstoff-(HC)- und Kohlenmonoxid-(CO)-Emissionen, die an einen katalytischen Wandler abgegeben werden. Die zusätzliche Luft, die in das Abgassystem eingeblasen wird, stellt auch sicher, dass zur weiteren Oxidation von HC und CO eine ausreichende Sauerstoffzufuhr zum katalytischen Wandler vorgesehen wird.

[0004] Bordgestützte Diagnosesysteme, die durch gesetzliche Bestimmungen spezifiziert sind, erfordern Diagnosesysteme, die Fehlfunktionen in den Systemen zur Sekundärlufteinblasung von Fahrzeugen feststellen. Hersteller müssen Fehlfunktionen des Sekundärluftsystems feststellen, die bewirken, dass Fahrzeugemissionen bestimmte Emissionspegel überschreiten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Ein Diagnosesystem gemäß der vorliegenden Erfindung diagnostiziert Systemstörungen eines Systems zur Sekundärlufteinblasung. Das System zur Sekundärlufteinblasung umfasst eine Pumpe, die über eine Rohrleitung Luft an ein Abgassystem liefert, und ein Ventil, das den Luftstrom durch die Rohrleitung steuert. Ein Drucksensor misst den Druck in der Rohrleitung. Ein Controller sagt einen Druck in der Rohrleitung während einer ersten, zweiten und dritten Betriebsphase des Systems zur Sekundärlufteinblasung vorher. Der Controller vergleicht den ge-

messenen Druck mit dem vorhergesagten Druck, um den Betrieb des Systems zur Sekundärlufteinblasung auszuwerten.

[0006] In anderen Ausführungen befindet sich der Drucksensor zwischen der Pumpe und dem Ventil. Während der ersten Phase wird das System zur Sekundärlufteinblasung genutzt, um Fahrzeugemissionen zu reduzieren. Während der zweiten Phase wird das Ventil gesperrt, während die Pumpe eingeschaltet bleibt. Während der dritten Phase wird die Pumpe abgeschaltet, während das Ventil geschlossen bleibt.

[0007] In noch anderen Ausführungen berechnet während der ersten Phase der Controller eine Zustandsqualität. Der Controller berechnet eine erste Druckdifferenz zwischen dem gemessenen Druck und dem vorhergesagten Druck. Der Controller berechnet eine durchschnittliche Druckdifferenz, indem ein Produkt der ersten Druckdifferenz und der Zustandsqualität integriert, die Zustandsqualität integriert und das integrierte Produkt durch die integrierte Zustandsqualität geteilt wird. Der Controller vergleicht die durchschnittliche Druckdifferenz mit ersten und zweiten Schwellen und erklärt eine Systemstörung, falls die durchschnittliche Druckdifferenz entweder geringer als die erste Schwelle oder größer als die zweite Schwelle ist.

[0008] In noch weiteren Ausführungen schließt während der zweiten Phase der Controller das Ventil, während die Pumpe eingeschaltet ist. Der Controller berechnet die durchschnittliche Druckdifferenz, vergleicht die durchschnittliche Druckdifferenz mit einer dritten Schwelle und erklärt eine Ventilstörung, falls die durchschnittliche Druckdifferenz geringer als die dritte Schwelle ist.

[0009] In anderen Ausführungen schaltet während der dritten Phase der Controller die Pumpe ab, während das Ventil geschlossen ist. Der Controller berechnet die durchschnittliche Druckdifferenz, vergleicht die durchschnittliche Druckdifferenz mit einer vierten Schwelle und erklärt eine Pumpenstörung, falls die durchschnittliche Druckdifferenz größer als die vierte Schwelle ist.

[0010] Weitere Felder der Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung werden aus der im folgenden gelieferten ausführlichen Beschreibung ersichtlich werden. Es sollte sich verstehen, dass die ausführliche Beschreibung und spezifischen Beispiele, während die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung angegeben wird, nur zu Veranschaulichungszwecken gedacht und nicht dazu gedacht sind, den Umfang der Erfindung zu begrenzen.

Ausführungsbeispiel

[0011] Die vorliegende Erfindung wird aus der ausführlichen Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen vollständiger verstanden werden, worin:

[0012] Fig. 1 ein Funktionsblockdiagramm eines Diagnosesystems zur Sekundärlufteinblasung gemäß

der vorliegenden Erfindung ist;

[0013] **Fig. 2-4** Flussdiagramme sind, die Schritte veranschaulichen, die vom Diagnosesystem zur Sekundärlufteinblasung gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden;

[0014] **Fig. 5** eine graphische Darstellung ist, die einen modellierten und gemessenen Druck als Funktion der Zeit veranschaulicht; und

[0015] **Fig. 6** eine graphische Darstellung ist, die einen gemessenen Druck und Zustandsqualität veranschaulicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0016] Die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen) ist nur beispielhafter Natur und in keiner Weise dazu gedacht, die Erfindung, ihre Anwendungsmöglichkeiten oder Anwendungen zu beschränken.

[0017] Das Diagnosesystem zur Sekundärlufteinblasung gemäß der vorliegenden Erfindung überwacht die Funktionen des Systems zur Sekundärlufteinblasung durch Überwachen des Drucks. Das Diagnosesystem erzeugt einen vorhergesagten Druck. Falls der gemessene Druck vom vorhergesagten Druck abweicht, wird das System als nicht richtig funktionierend gekennzeichnet.

[0018] Zum Beispiel sagt das Diagnosesystem einen normierten Systemdruck von 8 kPa vorher. Ein System mit einer untauglichen bzw. deaktivierten Pumpe weist einen gemessenen normierten Druck nahe 0 kPa auf. Diese Abweichung zeigt eine Fehlfunktion des Systems an. Falls ein Steuerventil elektronisch gesperrt ist und nicht öffnet, beträgt der gemessene normierte Systemdruck etwa 15 kPa. Eine Abweichung oberhalb des vorhergesagten Druckwertes gibt eine Fehlfunktion des Systems an. Das Diagnosesystem zur Sekundärlufteinblasung ist auch imstande, teilweise blockierte oder teilweise leckende Sekundärluftsysteme festzustellen, wie im folgenden ausführlicher beschrieben wird.

[0019] In **Fig. 1** ist ein Diagnosesystem 10 zur Sekundärlufteinblasung gemäß der vorliegenden Erfindung für ein System 12 zur Sekundärlufteinblasung dargestellt. Das System 12 zur Sekundärlufteinblasung umfasst eine Pumpe 14, die durch eine oder mehr Rohrleitungen 16 mit Steuerventilen 18-1 und 18-2 und Einwegeventilen 20-1 und 20-2 verbunden ist. Zusätzliche Rohrleitungen 22-1 und 22-2 leiten Luft in einen Abgaskrümmen 24-1 und 24-2 eines Motors 26. Wie man erkennen kann, sind die Ventile 18-2 und 20-2, die Rohrleitung 22-2 und der Abgaskrümmen 24-2 optional.

[0020] Das System 12 zur Sekundärlufteinblasung schließt einen Controller 30 ein, der Motorbetriebsdaten empfängt und über eine Steuerleitung 34 optional Motoreingaben liefert. Drucksensoren 36-1 und 36-2 messen den Druck in der Rohrleitung 16. Der Drucksensor 36-2 ist optional. Die Drucksensoren 36-1 und

36-2 sind vorzugsweise vor den Steuerventilen 18-1 bzw. 18-2 angeordnet. Die Drucksensoren 36 können jedoch an anderen Stellen zwischen der Pumpe und dem Abgaskrümmen 24 liegen. Falls es zwei Reihen gibt, ist ein Sensor in der Rohrleitung zwischen der Teilung und jedem Ventil platziert.

[0021] Das Diagnosesystem 12 testet drei verschiedene Betriebsphasen des Systems 12 zur Sekundärlufteinblasung. Eine erste Betriebsphase findet statt, während das System 12 zur Sekundärlufteinblasung gerade genutzt wird, um Kaltstartemissionen zu reduzieren. Die Pumpe wird eingeschaltet, und das Ventil ist offen oder wird moduliert. Die erste Phase testet einen normalen Betrieb des Sekundärluftsystems. Eine zweite Phase bestätigt, dass die Steuerventile 18-1 und 18-2 geschlossen haben. Eine dritte Phase bestätigt, dass die Pumpe abschaltet. Die vorliegende Erfindung sagt den Druck genau vorher, um eine richtige Diagnose des Systemzustandes zu erlauben.

[0022] Vor einer Motordrehung liefern die Drucksensoren 36 einen Basisdruckwert. Der Basisdruckwert wird verwendet, um den Luftdruck zu berechnen und den dynamischen Druckwert zu normieren, welcher der Druck ist, nach dem der Motor zu arbeiten beginnt. Eine Normierung eliminiert Signalfehler des stationären Drucks sowie den Luftdruck.

[0023] Das Diagnosesystem 10 sagt auch den Druck des Systems zur Sekundärlufteinblasung vorher. Die Vorhersage basiert auf einem einfachen Modell, das die Dynamik des Systems zur Sekundärlufteinblasung approximiert. Wenn die Pumpe 14 eingeschaltet wird, wird die Komponente des Systemdrucks der Pumpe 14 berechnet. Der Pumpendruck basiert vorzugsweise auf der Systemspannung und dem Luftdruck. An einen Filter wie z.B. einen Kalman-Filter oder irgendeinen anderen geeigneten Filter wird der Pumpendruck angelegt, um eine Systemdynamik zu approximieren. Wenn das (die) Ventile 18 befehlsgemäß eingeschaltet wird (werden), wird die Ventilkomponente des Systemdrucks berechnet. Die Druckminderung am Ventil basiert auf dem Primärluftmassenstrom des Motors 26. Die Druckminderung des Ventils wird ebenfalls unter Verwendung eines Kalman-Filters oder irgendeines anderen geeigneten Filters gefiltert, um eine Systemdynamik zu approximieren. Der Pumpendruck und die Druckminderung am Ventil werden zusammen und unter Verwendung eines Kalman-Filters oder irgendeines anderen geeigneten Filters gefiltert. Der vorhergesagte Druckwert wird von jeder Phase der Diagnose genutzt.

[0024] In der ersten Phase testet das Diagnosesystem 10 den normalen Betrieb des Systems. Während der ersten Phase, während die Sekundärlufteinblasung genutzt wird, um Emissionen zu steuern, wird eine durchschnittliche Druckdifferenz verwendet, um die Systemleistung auszuwerten. Um die durchschnittliche Druckdifferenz zu berechnen, wird der gemessene normierte Druck mit dem vorhergesag-

ten Druck verglichen. Betriebsbedingungen werden nach Qualität (Zustandsqualität) ausgewertet, und ein Multiplikator zwischen 0 und 1 wird zugewiesen (0, schlechten Bedingungen zugeordnet, und 1 bei perfekten Bedingungen). Die Zustandsqualität wird mit der Differenz zwischen dem gemessenen Druck und dem vorhergesagten Druck multipliziert. Das Produkt und die momentane Zustandsqualität werden integriert. Die durchschnittliche Druckdifferenz (zwischen dem gemessenen und vorhergesagten Druck) ist die integrierte momentane Druckdifferenz, geteilt durch die integrierte momentane Zustandsqualität.

[0025] Falls man auf ausreichend günstige Betriebsbedingungen gestoßen ist (die integrierte Bedienungsqualität ist ausreichend hoch, und es gibt genug zuverlässige Daten), wenn die Sekundärluft genutzt wird, um Emissionen zu steuern, wird die durchschnittliche Druckdifferenz mit minimalen und maximalen Schwellen verglichen, um zu bestimmen, ob das System 12 zur Sekundärlufteinblasung in akzeptabler Weise arbeitet. Falls das System 12 zwei Ventile 18 und zwei Drucksensoren 36 aufweist, wird die Variation zwischen den beiden Druckmessungen ermittelt. Falls eine ausreichende Information zur Verfügung steht, wenn die Sekundärluft genutzt wird, um Emissionen zu steuern, wird die durchschnittliche Sensorvariation mit den Schwellen verglichen, um zu bestimmen, ob das System 12 akzeptabel arbeitet.

[0026] Wenn ein inakzeptabler Systembetrieb festgestellt wird (für entweder Druckmodelldifferenzen oder Variationen von Sensor zu Sensor), stoppt das Diagnosesystem 10 vorzugsweise sofort den Testvorgang und führt in der zweiten oder dritten Phase keinen Test durch. Eine Systemstörung wird gemeldet, und das Diagnosesystem 10 läuft nicht bis zum nächsten Fahrzeugstart. Die Sekundärlufteinblasung durchläuft jedoch den Test der ersten Phase, falls keine Störung festgestellt wird und man auf ausreichende günstige Betriebsbedingungen gestoßen ist, wenn das Steuerungssystem die Sekundärlufteinblasung nicht mehr nutzt. Nachdem der Betrieb der Pumpe 14 zu Zwecken der Emissionssteuerung beendet ist, testet das Diagnosesystem 10 die zweite Phase.

[0027] Während der zweiten Phase bestimmt das Diagnosesystem 10, ob die Steuerventile 18 richtig schließen. Die Steuerventile 18 schließen vorzugsweise, während der Controller 30 die Sekundärlufteinblasung nicht mehr nutzt, um Fahrzeugemissionen zu steuern. Die Pumpe 14 bleibt eingeschaltet, und der Druck sollte schnell ansteigen. Das Diagnosesystem 10 berechnet eine neue durchschnittliche Druckdifferenz in einer Weise, die der ersten Phase ähnlich ist. Falls die Druckdifferenz ausreichend groß ist (d.h. der gemessene Druck ist größer als die vorhergesagte Druckschwelle) und das Diagnosesystem 10 genug zuverlässige Daten (basierend auf Betriebsbedingungen wie in der ersten Phase) akkumuliert hat, erklärt das Diagnosesystem 10, dass das (die) Ventile 18 geschlossen werden soll(en). Der

Controller 30 schaltet die Pumpe 14 ab.

[0028] Das Diagnosesystem 10 stoppt ferner den Testvorgang und wartet auf die dritte Phase. Falls die Druckdifferenz klein (oder negativ) ist und genug zuverlässige Daten akkumuliert wurden, während der Controller 30 die Pumpe 14 herausnimmt bzw. abkoppelt, nimmt das Diagnosesystem 10 an, dass im System zur Sekundärlufteinblasung eine Störung vorliegt. Das Diagnosesystem 10 meldet eine Ventilstörung und testet die dritte Phase nicht.

[0029] In der dritten Phase bestätigt das Diagnosesystem 10, dass die Pumpe 14 richtig abgeschaltet hat. Wenn die Abschaltung der Pumpe 14 und des Steuerventils 18 befohlen wird, berechnet das Diagnosesystem 10 eine neue durchschnittliche Druckdifferenz und akkumuliert Daten, wie in der ersten und zweiten Phase oben beschrieben wurde. Falls ausreichende Daten gesammelt wurden und die durchschnittliche Druckdifferenz ausreichend klein (oder negativ) ist, wird angenommen, dass die Pumpe 14 aus ist. Falls alle Phasen durchlaufen wurden, meldet das Diagnosesystem 10, dass das System 12 zur Sekundärlufteinblasung korrekt arbeitet. Falls ausreichende Daten gesammelt wurden, ein Zeitlimit erreicht ist und die Druckdifferenz noch groß ist, erklärt das Diagnosesystem 10, dass die Pumpe 14 nicht korrekt arbeitet, und meldet die Störung.

[0030] Jede Testphase kann eine lokale Entscheidung Bestanden/Störung treffen, falls ausreichende Daten zur Verfügung stehen. Sobald irgendeine Phase auf eine Störung trifft, meldet das Diagnosesystem 10 die entsprechende Störung und beendet den Betrieb bis zum nächsten Fahrzeugstart. Das Diagnosesystem 10 meldet vorzugsweise eine bestandene Prüfung für jeden Test, nachdem jeder Test lokal bestanden ist.

[0031] In Fig. 2 sind nun Schritte zum Betreiben des Controllers 30 als Ganzes mit 100 dargestellt. In Schritt 102 beginnt die Steuerung. In Schritt 104 bestimmt der Controller 30, ob bei dieser Fahrt Sekundärlufteinblasung genutzt wurde. Falls nicht, normiert der Controller 30 den Druck, berechnet eine durchschnittliche Druckdifferenz aus einem Modell, berechnet eine durchschnittliche Differenz zwischen Sensoren und quantifiziert eine Zustandsqualität in Schritt 106. Die Steuerung geht von Schritt 106 zu Schritt 104 weiter. Falls Schritt 104 wahr ist, bestimmt der Controller 30 in Schritt 108, ob es genug Daten gibt. Falls nicht, führt der Controller 30 in Schritt 112 einen Test einer Ventilsperre durch. Falls Schritt 108 wahr ist, bestimmt der Controller 30 in Schritt 114, ob die Daten außerhalb eines akzeptablen Bereichs liegen. Falls Schritt 114 wahr ist, meldet der Controller 30 in Schritt 116 eine Teststörung, und die Steuerung endet in Schritt 118. Falls Schritt 114 falsch ist, meldet der Controller 30 in Schritt 124 einen bestandenen Test. Die Steuerung geht von Schritt 124 zu Schritt 112 weiter, wo die Steuerung den Test einer Ventilsperre durchführt.

[0032] In Fig. 3 ist nun der Test einer Ventilsperre

als Ganzes mit 150 bezeichnet. In Schritt 154 bestimmt der Controller 30, ob befohlen wurde, die Pumpe einzuschalten. Falls dies gilt, normiert der Controller 30 den Druck, berechnet eine durchschnittliche Druckdifferenz und quantifiziert die Zustandsqualität in Schritt 158. Die Steuerung geht von Schritt 158 weiter zu Schritt 160, wo der Controller 30 bestimmt, ob es genug Daten gibt. Falls nicht, kehrt die Steuerung in einer Schleife zu Schritt 154 zurück. Falls Schritt 160 wahr ist, bestimmt die Steuerung, ob die Daten unterhalb eines akzeptablen Maximums liegen. Falls nicht, kehrt die Steuerung in einer Schleife zu Schritt 154 zurück. Falls Schritt 162 wahr ist, fährt die Steuerung mit Schritt 164 fort und meldet einen bestandenen Test einer Ventilspernung. In Schritt 166 wird die Pumpe abgeschaltet. In Schritt 168 wird ein Test Pumpe Aus durchgeführt.

[0033] Falls Schritt 154 falsch ist, fährt die Steuerung mit Schritt 158 und Schritt 172 fort. In Schritt 172 bestimmt der Controller 30, ob es genug Daten gibt. Falls Schritt 172 falsch ist, bestimmt in Schritt 174 der Controller 30, ob ein Zeitlimit überschritten wurde. Falls Schritt 174 falsch ist, fährt die Steuerung mit Schritt 168 fort. Falls Schritt 174 wahr ist, endet die Steuerung in Schritt 178.

[0034] Falls Schritt 172 wahr ist, bestimmt in Schritt 180 der Controller 30, ob die Daten unterhalb eines akzeptablen Maximums liegen. Falls Schritt 180 wahr ist, fährt der Controller 30 mit Schritt 164 fort. Falls Schritt 180 falsch ist, meldet in Schritt 185 der Controller 30 einen nicht bestandenen Test einer Ventilspernung. Die Steuerung endet in Schritt 178.

[0035] In Fig. 4 ist nun der Test Pumpe Aus als Ganzes mit 200 bezeichnet. Die Steuerung beginnt mit Schritt 204, wo der Controller 30 bestimmt, ob ein Zeitlimit A überschritten wurde. Falls Schritt 204 wahr ist, endet die Steuerung in Schritt 206. Falls Schritt 204 falsch ist, fährt die Steuerung mit Schritt 208 fort, wo der Controller 30 bestimmt, ob befohlen wurde, die Pumpe abzuschalten. Falls dies falsch ist, kehrt die Steuerung in einer Schleife zu Schritt 204 zurück. Falls dies wahr ist, fährt die Steuerung mit Schritt 210 fort und normiert den Druck, berechnet eine durchschnittliche Druckdifferenz und quantifiziert die Zustandsqualität.

[0036] In Schritt 214 bestimmt der Controller 30, ob ein Zeitlimit B abgelaufen ist. Falls nicht, fährt die Steuerung mit Schritt 216 fort, wo der Controller 30 bestimmt, ob es genug Daten gibt. Falls nicht, kehrt die Steuerung in einer Schleife zu Schritt 204 zurück. Falls es genug Daten gibt, fährt die Steuerung mit Schritt 218 fort, wo der Controller 30 bestimmt, ob die Daten oberhalb eines akzeptablen Minimums liegen. Falls nicht, kehrt die Steuerung in einer Schleife zu Schritt 204 zurück. Falls Schritt 218 wahr ist, meldet der Controller 30 in Schritt 220 einen bestandenen Test Pumpe Aus, und die Steuerung endet in Schritt 206.

[0037] Falls Schritt 214 wahr ist, bestimmt in Schritt 224 der Controller 30, ob es genug Daten gibt. Falls

nicht, endet die Steuerung in Schritt 206. Falls Schritt 224 wahr ist, bestimmt in Schritt 226 der Controller 30, ob die Daten oberhalb eines akzeptablen Minimums liegen. Falls nicht, meldet in Schritt 230 der Controller 30 einen nicht bestandenen Test Pumpe Aus, und die Steuerung endet in Schritt 206. Falls Schritt 226 wahr ist, fährt die Steuerung mit Schritt 220 fort.

[0038] Die folgenden Abschnitte legen bevorzugte Verfahren zum Berechnen verschiedener Parameter dar. Der Fachmann erkennt, dass es andere Wege gibt, um die Parameter zu berechnen, ohne von der Erfindung abzuweichen. Fig. 5-6 zeigen einen vorhergesagten Druck, einen gemessenen Druck und die Zustandsqualität. Der normierte Druck wird wie folgt berechnet: [Normierter Druck] = [Gemessener Druck] - [Gemessener Druck vor einer Motordrehung]. Der Druck wird gemäß den folgenden Gleichungen moduliert. Eine Funktion "F" ist ein Kalman-Verzögerungsfilter erster Ordnung mit einer Verstärkung "K_x", die durch die Gleichung $U_n = F(u, K_x) = U_{n-1} + K(u_n - u_{n-1})$ repräsentiert wird. "D" ist eine festgelegte Zeitverzögerung einer Spanne "K_y", während der eine Änderung in einem Booleschen "u"-Objekt in D(u, K_y) aufgeschoben wird.

[Pumpen-Term] = $F(D(\text{Pumpenzustand} \{ \text{aus} = 0, \text{an} = 1 \}), K_1) \times (K_2 + K_3 \times [\text{Systemspannung}] + K_4 \times [\text{Luftdruck}]), K_5)$

[Ventil-Term] = $F(D(\text{Ventilzustand} \{ \text{geschlossen} = 0, \text{offen} = 1 \}), K_6) \times (K_7 + K_8 \times [\text{Motorluftstrom}]), K_9)$

[Modellierter Druck] = $F([\text{Pumpen-Term}] + [\text{Ventil-Term}], K_{10})$

[0039] Die momentane Druckdifferenz wird wie folgt berechnet: [Druckdifferenz] = [Normierter Druck] - [Modellierter Druck]. Die momentane Variation zwischen den beiden Drucksensoren auf einem Dualventilsystem lautet wie folgt: [Sensorvariation] = [Normierter Druck {Ventil 1}] - [Normierter Druck {Ventil 2}]. Die Zustandsqualität wird wie folgt berechnet, wobei die Notation "K_n ([Variable])" eine interpolierte tabellarische konstante Nachschlagtabelle bezeichnet, basierend auf der nichtkonstanten Größe "Variable":

[Zustandsqualität] = $K_{11} \times ([\text{Motorluftstrom}]) \times K_{12} ([\text{Systemspannung}]) \times K_{13} ([\text{Luftdruck}]) \times K_{14} ([\text{Umgebungstemperatur}]) \times [\text{Pumpenzustand} \{ \text{aus} = 0, \text{an} = 1 \}] [\text{Ventilzustand} \{ \text{geschlossen} = 0, \text{offen} = 1 \}] \times [0, \text{falls Pumpen- oder Ventilzustand weniger als } K_{15} \text{ Zeiteinheiten vor der aktuellen Zeit kleiner Null war, ansonsten } 1]$

[Integral der Zustandsqualität] = $\int [\text{Zustandsqualität}] \cdot dt$

[0040] Da die momentane Zustandsqualität keine Einheit hat, liegt das Integral in Sekunden vor. Man beachte, dass jede Testphase (I, II, III) verschiedene Werte für K₁₁ bis K₁₅ hat. Das Integral der Zustands-

qualität ist das Maß, das angibt, ob genug Information akkumuliert wurde. Die durchschnittliche Druckdifferenz ist das Ergebnis der Integration basierend auf einer Mittelung. $[\text{Durchschnittliche Druckdifferenz}] = (1 \cdot [\text{Druckdifferenz}] \cdot [\text{Momentane Zustandsqualität}]) \cdot dt + [\text{Integral der Zustandsqualität}]$. Die durchschnittliche Variation zwischen Sensoren auf einem Dualreihensystem wird ebenso wie die Modelldruckdifferenz gemittelt. $[\text{Durchschnittliche Sensorvariation}] = \int ([\text{Sensorvariation}] \cdot [\text{Momentane Zustandsqualität}]) \cdot dt + [\text{Integral der Zustandsqualität}]$. Die durchschnittliche Druckdifferenz und durchschnittliche Sensorvariation werden mit Kalibrierungen verglichen, um den Systemstatus abzuschätzen.

[0041] Ein Diagnosesystem gemäß der vorliegenden Erfindung diagnostiziert eine Systemstörung eines Systems zur Sekundärlufteinblasung. Das System zur Sekundärlufteinblasung umfasst eine Pumpe, die über eine Rohrleitung Luft an ein Abgassystem liefert, und ein Ventil, das den Luftstrom durch die Rohrleitung steuert. Ein Drucksensor misst den Druck in der Rohrleitung. Ein Controller sagt den Druck in der Rohrleitung während erster, zweiter und dritter Betriebsphasen des Systems zur Sekundärlufteinblasung vorher. Der Controller vergleicht den gemessenen Druck mit dem vorhergesagten Druck, um einen Betrieb des Systems zur Sekundärlufteinblasung auszuwerten. Während der ersten Phase wird das System zur Sekundärlufteinblasung genutzt, um Fahrzeugemissionen zu reduzieren. Während der zweiten Phase wird das Ventil gesperrt, während die Pumpe eingeschaltet ist. Während der dritten Phase wird die Pumpe abgeschaltet, während das Ventil geschlossen ist.

Patentansprüche

1. Diagnosesystem für ein System zur Sekundärlufteinblasung, das eine Pumpe, die über eine Rohrleitung Luft an ein Abgassystem liefert, und ein Ventil umfasst, das den Luftstrom durch die Rohrleitung steuert, mit:
einem Drucksensor zum Messen des Drucks in der Rohrleitung; und
einem Controller, der einen Druck in der Rohrleitung während erster, zweiter und dritter Betriebsphasen des Systems zur Sekundärlufteinblasung vorhersagt und den gemessenen Druck mit dem vorhergesagten Druck vergleicht, um Systemstörungen des Systems zur Sekundärlufteinblasung zu identifizieren.

2. Diagnosesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor zwischen der Pumpe und dem Ventil liegt.

3. Diagnosesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während der ersten Phase das System zur Sekundärlufteinblasung verwendet wird, um Emission zu reduzieren.

4. Diagnosesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während der zweiten Phase das Ventil gesperrt wird, während die Pumpe eingeschaltet ist.

5. Diagnosesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während der dritten Phase die Pumpe abgeschaltet wird, während das Ventil geschlossen ist.

6. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass während der ersten Phase der Controller eine Zustandsqualität berechnet.

7. Diagnosesystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass während der ersten Phase der Controller eine erste Druckdifferenz zwischen dem gemessenen Druck und dem vorhergesagten Druck berechnet.

8. Diagnosesystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass während der ersten Phase der Controller eine durchschnittliche Druckdifferenz berechnet, indem ein Produkt der ersten Druckdifferenz und der Zustandsqualität integriert wird, die Zustandsqualität integriert wird und das integrierte Produkt durch die integrierte Zustandsqualität geteilt wird.

9. Diagnosesystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Controller die durchschnittliche Druckdifferenz mit ersten und zweiten Schwellen vergleicht und eine Systemstörung erklärt, falls die durchschnittliche Druckdifferenz geringer als die erste Schwelle oder größer als die zweite Schwelle ist.

10. Diagnosesystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass während der zweiten Phase der Controller das Ventil schließt, während die Pumpe eingeschaltet ist.

11. Diagnosesystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Controller die durchschnittliche Druckdifferenz berechnet, die durchschnittliche Druckdifferenz mit einer dritten Schwelle vergleicht und eine Systemstörung erklärt, falls die durchschnittliche Druckdifferenz geringer als die dritte Schwelle ist.

12. Diagnosesystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass während der dritten Phase der Controller die Pumpe abschaltet, während das Ventil geschlossen ist.

13. Diagnosesystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Controller die durchschnittliche Druckdifferenz berechnet, die durchschnittliche Druckdifferenz mit einer vierten Schwelle vergleicht und eine Systemstörung erklärt, falls die durchschnittliche Druckdifferenz größer als die vierte

Schwelle ist.

14. Verfahren zum Diagnostizieren von Systemstörungen in einem System zur Sekundärlufteinblasung, das eine Pumpe, die an ein Abgassystem Luft über eine Rohrleitung liefert, und ein Ventil umfasst, das den Luftstrom durch die Rohrleitung steuert, mit den Schritten: Messen eines Drucks in der Rohrleitung;

Vorhersagen des Drucks in der Rohrleitung während erster, zweiter und dritter Betriebsphasen des Systems zur Sekundärlufteinblasung; und Vergleichen des gemessenen Drucks mit dem vorhergesagten Druck, um Systemstörungen des Systems zur Sekundärlufteinblasung zu identifizieren.

15. Verfahren nach Anspruch 14, ferner gekennzeichnet, durch Anordnen des Drucksensors zwischen der Pumpe und dem Ventil.

16. Verfahren nach Anspruch 14, ferner gekennzeichnet, durch Reduzieren von Emissionen während der ersten Phase unter Verwendung des Systems zur Sekundärlufteinblasung, indem das Ventil geöffnet und die Pumpe eingeschaltet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 14, ferner gekennzeichnet, durch Sperren des Ventils, während die Pumpe eingeschaltet ist, während der zweiten Phase.

18. Verfahren nach Anspruch 14, ferner gekennzeichnet, durch Abschalten der Pumpe, während das Ventil geschlossen ist, während der dritten Phase.

19. Verfahren nach Anspruch 16, ferner gekennzeichnet, durch Berechnen einer Zustandsqualität während der ersten Phase.

20. Verfahren nach Anspruch 19, ferner gekennzeichnet, durch Berechnen einer ersten Druckdifferenz zwischen dem gemessenen Druck und dem vorhergesagten Druck während der ersten Phase.

21. Verfahren nach Anspruch 20, ferner gekennzeichnet, durch Berechnen einer durchschnittlichen Druckdifferenz, indem ein Produkt der ersten Druckdifferenz und der Zustandsqualität integriert wird; Integrieren der Zustandsqualität; und Teilen des integrierten Produkts durch die integrierte Zustandsqualität während der ersten Phase.

22. Verfahren nach Anspruch 21, ferner gekennzeichnet, durch Vergleichen der durchschnittlichen Druckdifferenz mit ersten und zweiten Schwellen; Erklären einer Systemstörung, falls die durchschnittliche Druckdifferenz geringer als die erste Schwelle oder größer als die zweite Schwelle ist.

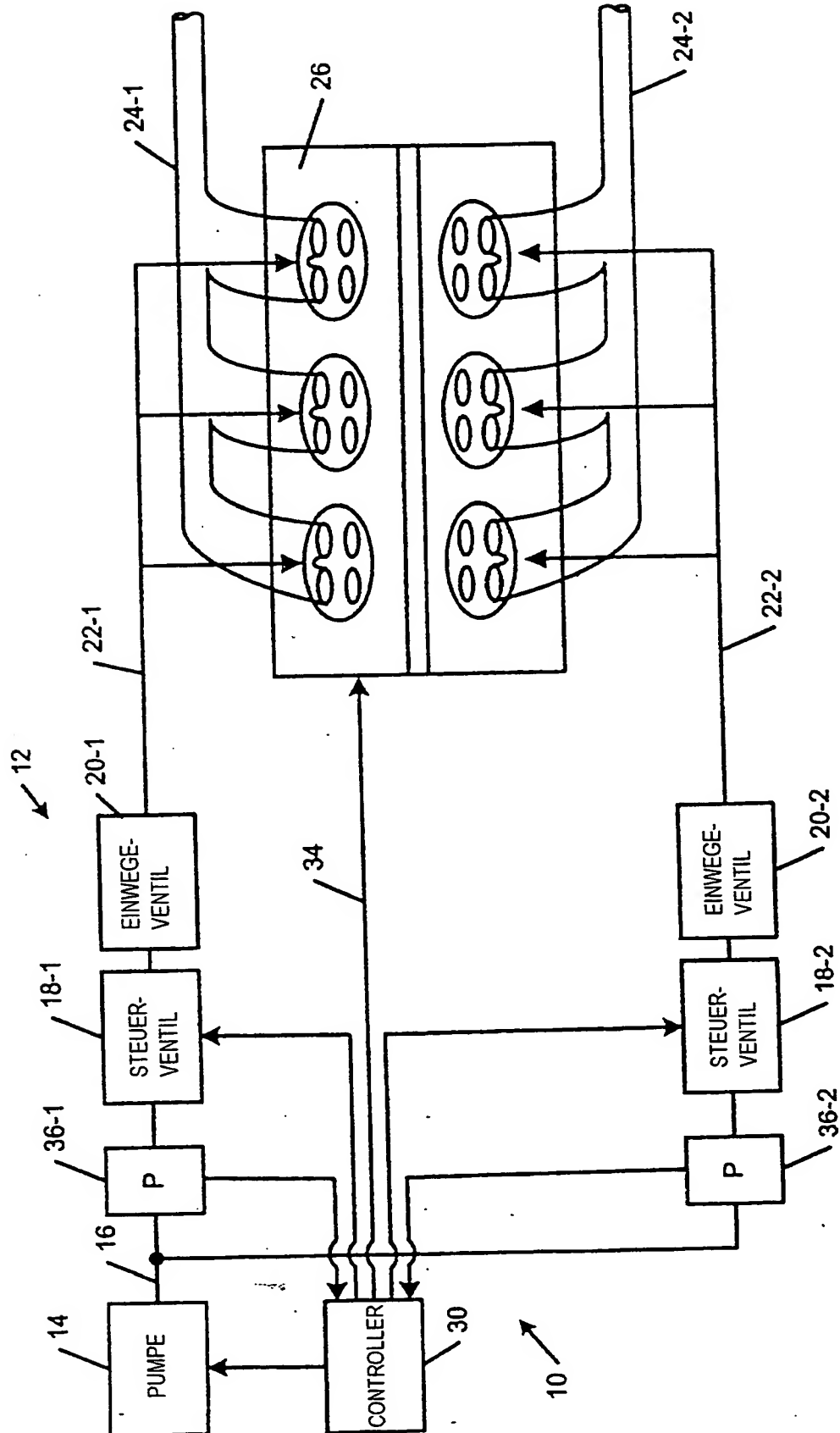
23. Verfahren nach Anspruch 22, ferner gekennzeichnet, durch Schließen des Ventils, während die Pumpe eingeschaltet ist, während der zweiten Phase.

24. Verfahren nach Anspruch 23, ferner gekennzeichnet, durch Berechnen der durchschnittlichen Druckdifferenz; Vergleichen der durchschnittlichen Druckdifferenz mit einer dritten Schwelle; und Erklären einer Systemstörung, falls die durchschnittliche Druckdifferenz geringer als die dritte Schwelle ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, ferner gekennzeichnet, durch Abschalten der Pumpe, während das Ventil geschlossen ist, während der dritten Phase.

26. Verfahren nach Anspruch 25, ferner gekennzeichnet, durch Berechnen der durchschnittlichen Druckdifferenz; Vergleichen der durchschnittlichen Druckdifferenz mit einer vierten Schwelle; und Erklären einer Systemstörung, falls die durchschnittliche Druckdifferenz größer als die vierte Schwelle ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

**FIG.1**

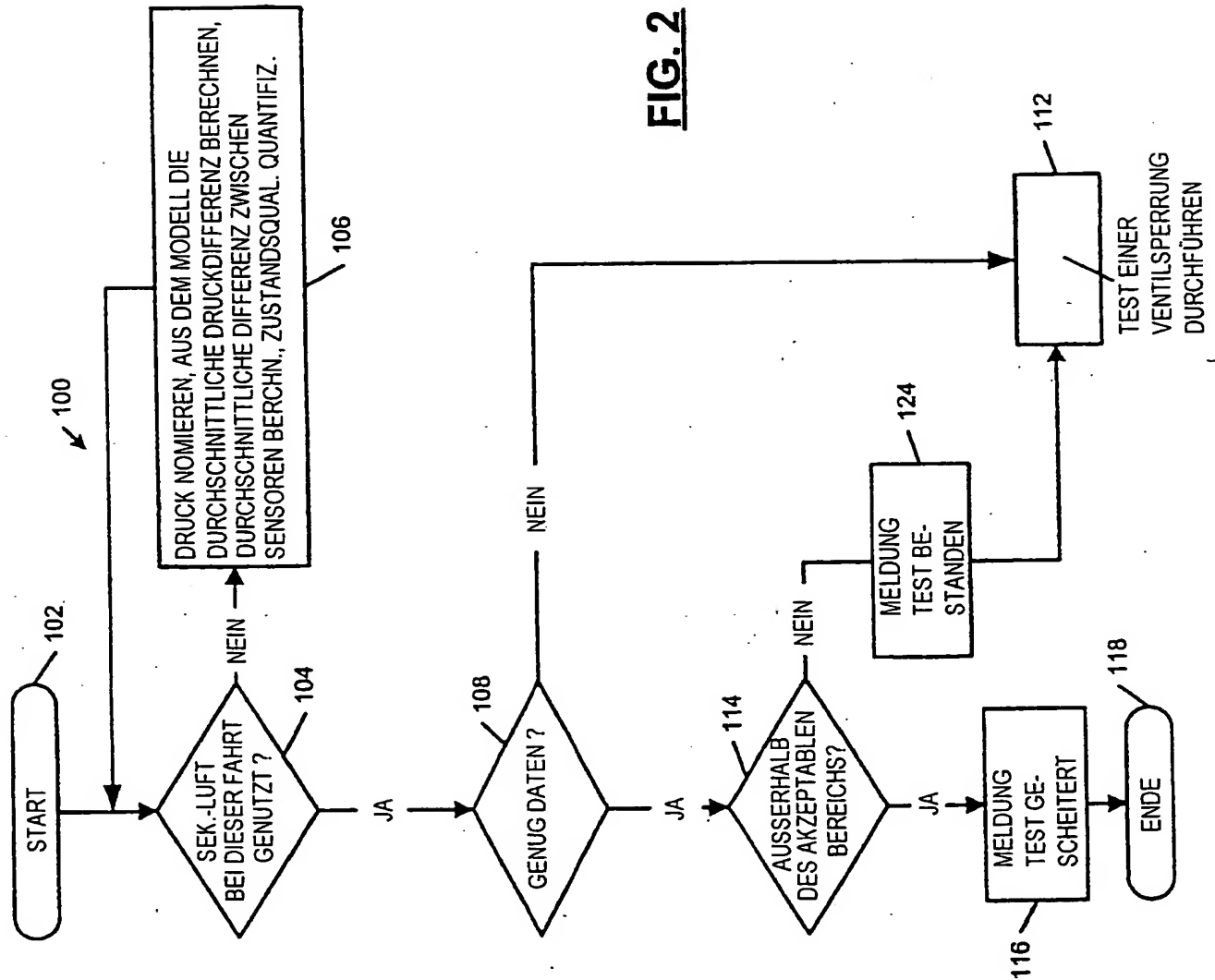


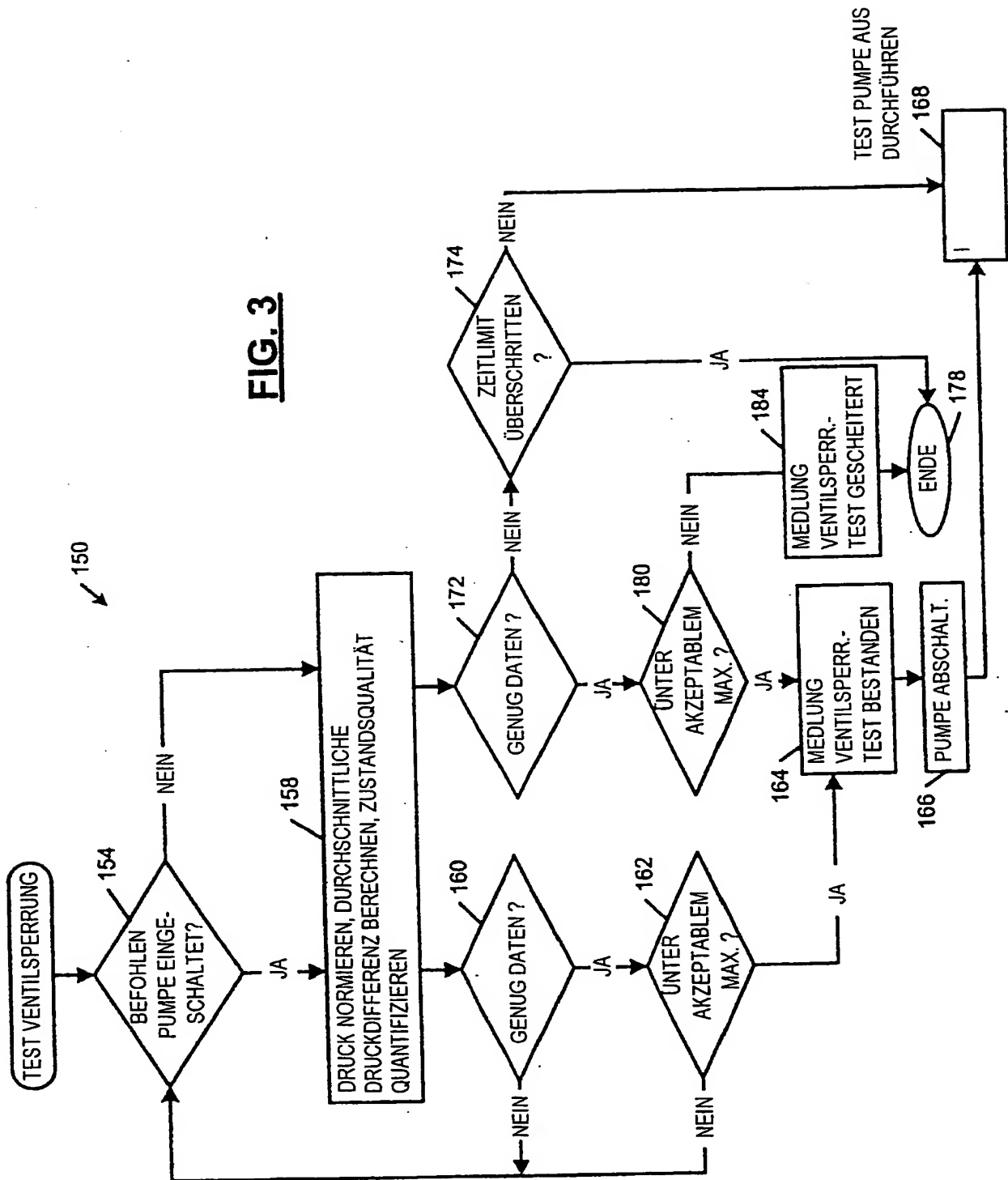
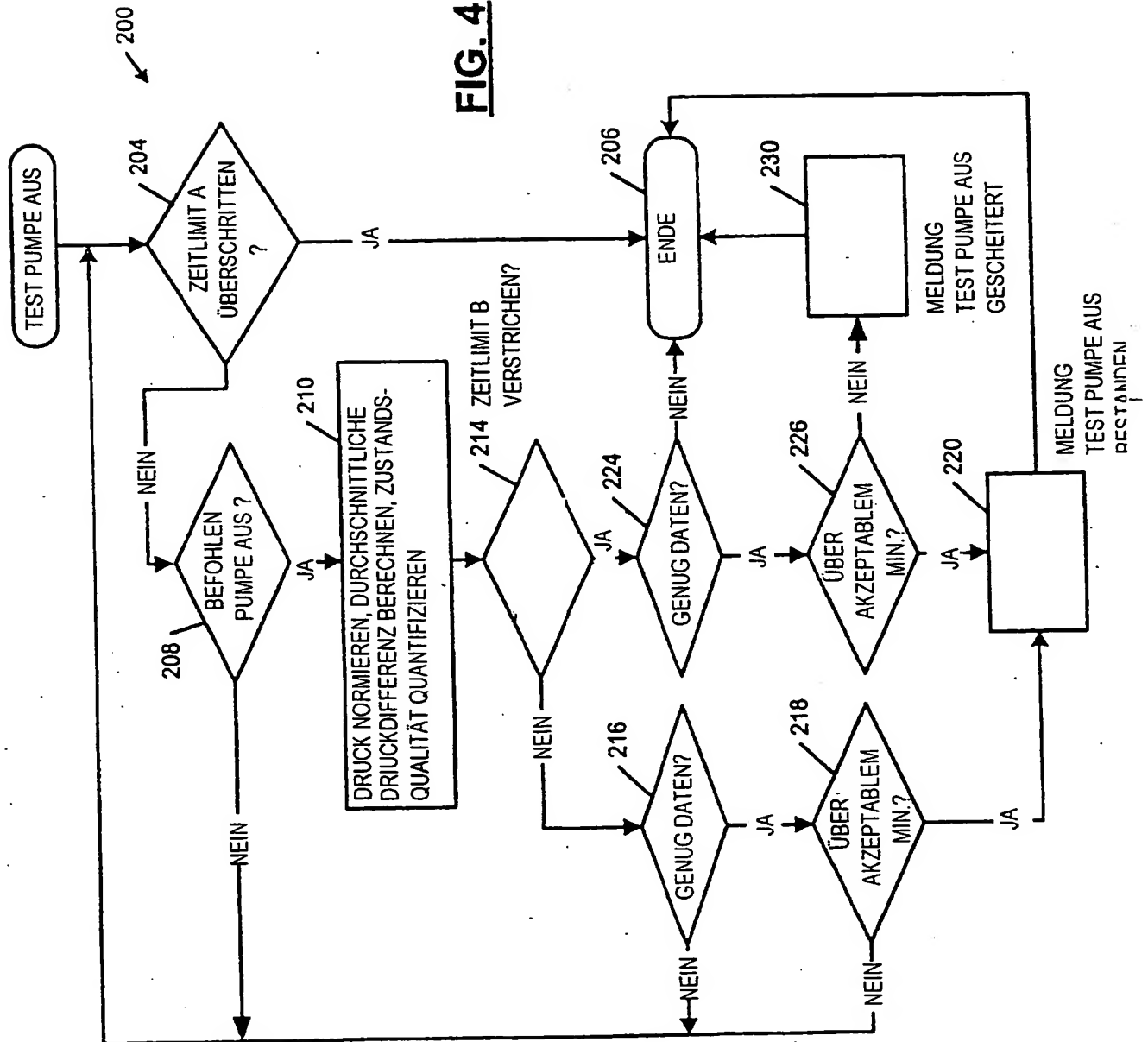
FIG. 3

FIG. 4

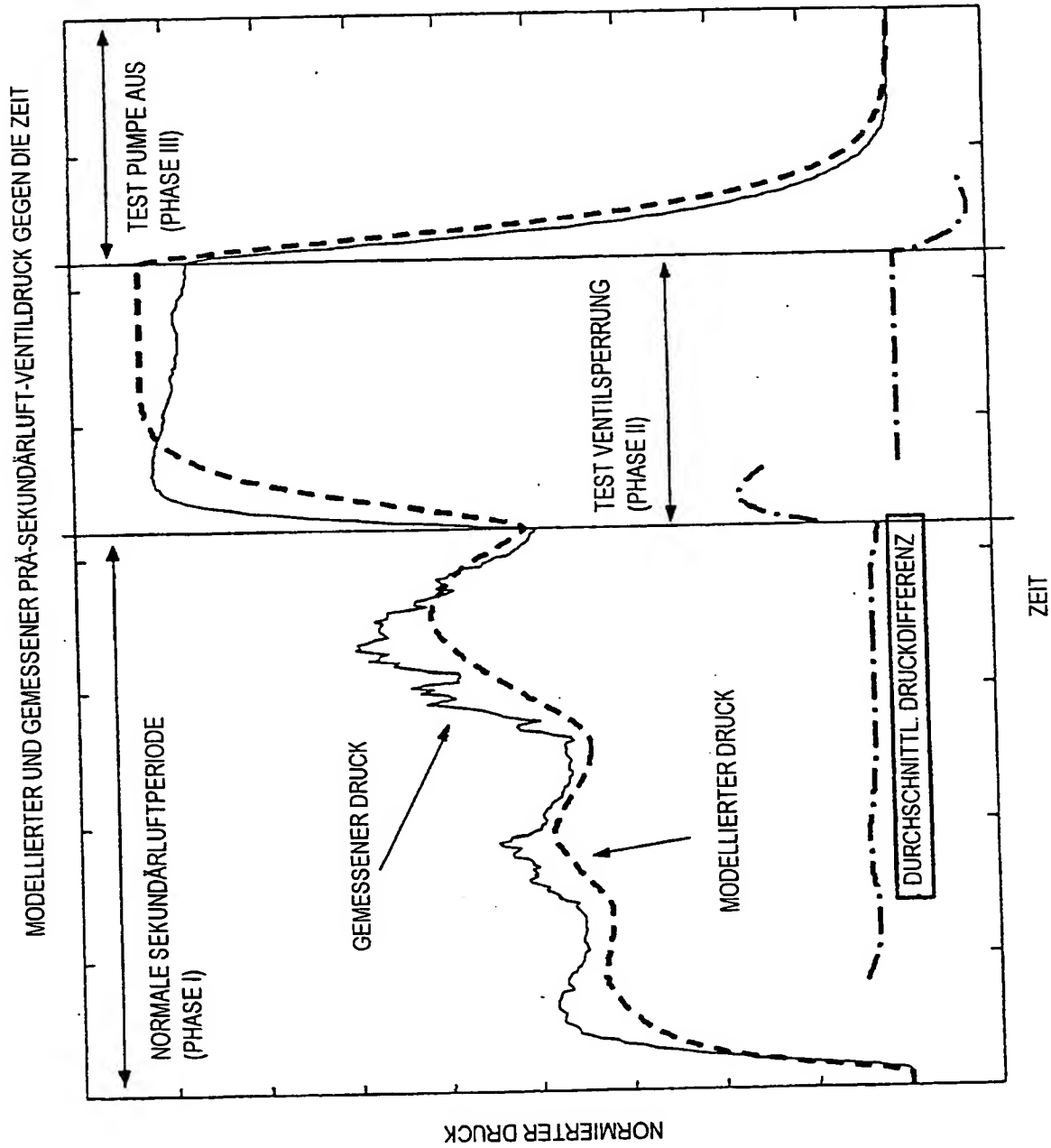


FIG. 5

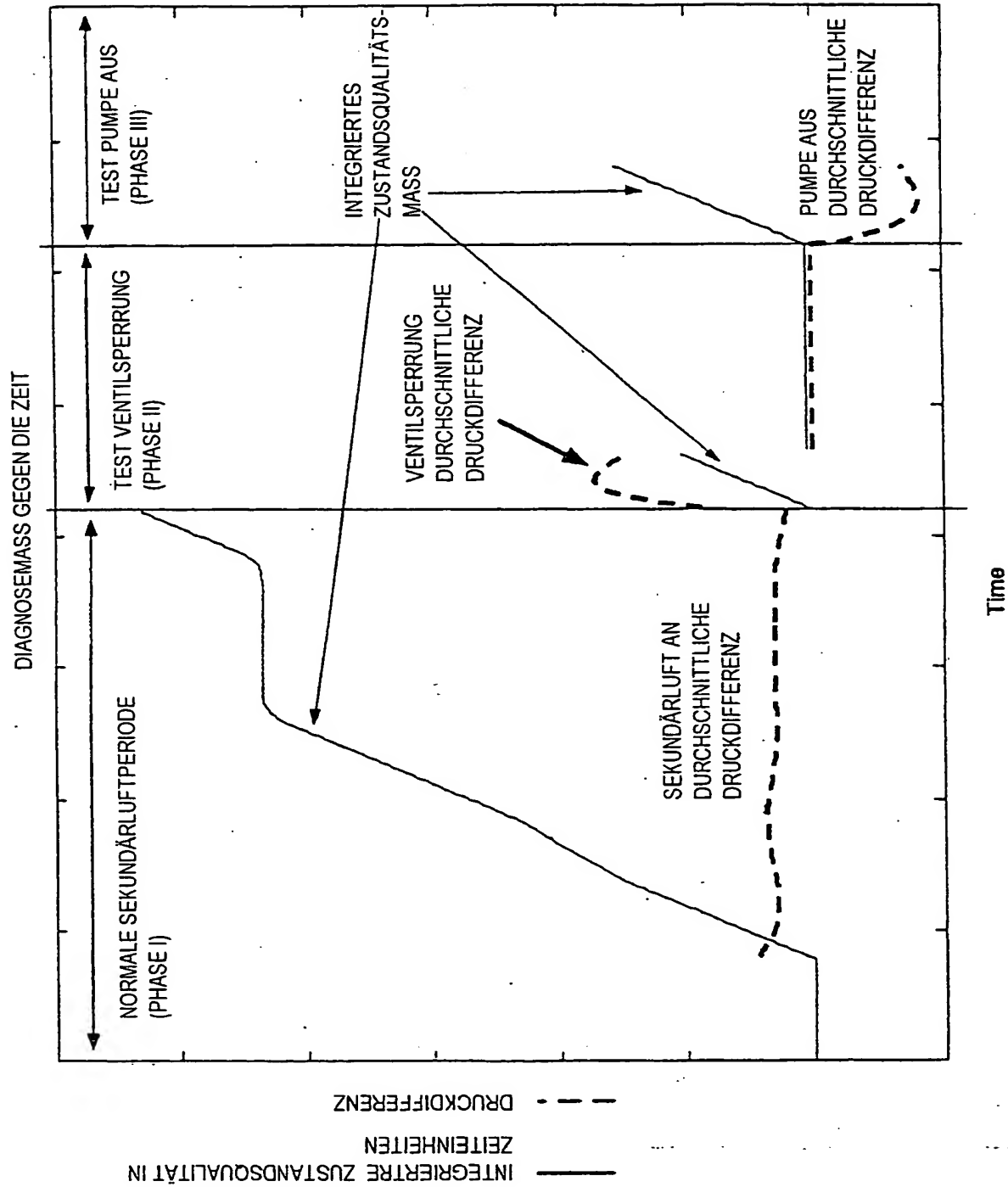


FIG. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)